

Association for Information Systems

**AIS Electronic Library (AISeL)**

---

CAPSI 2020 Proceedings

Portugal (CAPSI)

---

10-2020

## **The use of Information and Communication Technologies in Agriculture: a bibliometric analysis**

Maria Isabel Ribeiro

António José Fernandes

Isabel Lopes

Follow this and additional works at: <https://aisel.aisnet.org/capsi2020>

---

This material is brought to you by the Portugal (CAPSI) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in CAPSI 2020 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact [elibrary@aisnet.org](mailto:elibrary@aisnet.org).

# O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação na Agricultura: uma análise bibliométrica

## *The use of Information and Communication Technologies in Agriculture: a bibliometric analysis*

Maria Isabel Barreiro Ribeiro, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal; Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal, xilote@ipb.pt

António José Gonçalves Fernandes, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal; Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal, toze@ipb.pt

Isabel Maria Lopes, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal; Unidade de Pesquisa Aplicada em Gestão, Instituto politécnico de Bragança, Portugal; Centro ALGORITMI da Universidade do Minho, Braga, Portugal, isalopes@ipb.pt

### Resumo

Para identificar as principais linhas de investigação no âmbito do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na Agricultura, desde 2010 até à atualidade, desenvolveu-se uma pesquisa na base de dados *Scopus* a partir da qual se realizou a análise bibliométrica de 91 artigos com recurso ao *software VOSviewer versão 1.6.14* e à técnica da co-ocorrência de termos. Foram identificados dois *clusters*. O primeiro enfatiza a importância do conhecimento e da aquisição de competências pelos agricultores. Neste contexto, o uso das TIC permite o desenvolvimento de uma Agricultura mais sustentável, eficiente e inovadora. O segundo *cluster* refere-se à “Internet das coisas” e associa o uso da Internet e outras tecnologias à Agricultura com as seguintes vantagens: minimização do risco na gestão das atividades agrícolas; economia de tempo e de custos; aumento da produtividade das parcelas e das explorações agrícolas; e, redução do impacto ambiental.

**Palavras-chave:** Agricultura; Tecnologias Informação e Comunicação; Bibliometria; *Scopus*.

### Abstract

*In order to identify the main lines of research in the scope of the use of Information and Communication Technologies (ICT) in Agriculture, from 2010 to the present, a research was developed in the Scopus database, from which the bibliometric analysis of 91 articles was carried out using the VOSviewer software version 1.6.14 and the term co-occurrence technique. Two clusters were identified. The first emphasizes the importance of knowledge and the acquisition of skills by farmers. In this context, the use of ICT allows the development of a more sustainable, efficient and innovative Agriculture. The second cluster refers to the “Internet of things” and associates the use of the Internet and other technologies with Agriculture with the following advantages: minimizing the risk in the management of agricultural activities; time and cost savings; increasing productivity of farms; and, reduction of the environmental impact.*

**Keywords:** Agriculture; Information and Communication Technologies; Bibliometry; *Scopus*.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o desenvolvimento da Agricultura é promovido pela ideia de que a informação agrícola é fundamental para transformar e manter um desenvolvimento económico, sólido e sustentável (Balamurugan, Divyabharathi, Jayashruthi, Bowiya, Shermy & Shanker, 2016) com a conceção de produtos/alimentos com menor impacto no ambiente e na natureza. O crescimento generalizado das TIC oferece novas oportunidades relativamente aos serviços de informação prestados, mais oportunos e de baixo custo aos agricultores, para além, de serem um grande apoio na gestão das atividades agrícolas (Aker, Ghosh & Burrell, 2016). Na opinião de Narula e Arora (2010), as TIC, desde que implementadas com sucesso, podem proporcionar grandes benefícios, no que diz respeito ao *empowerment* social e económico das pessoas, especialmente, as que residem em zonas rurais e/ou de Montanha.

As TIC têm contribuído, significativamente, para o crescimento e desenvolvimento socioeconómico dos setores, países e regiões em que são bem adotadas e integradas. A adoção e integração das TIC tem permitido a redução dos custos de informações e transações, a melhoria da prestação de serviços, a criação de novos trabalhos, a geração de novos fluxos de receita e a utilização mais eficiente dos recursos escassos. As tecnologias digitais transformaram a maneira como as empresas, as pessoas e os governos trabalham, promovem a eficiência e a inclusão (FAO, IFPRI & OCDE, 2017). Segundo Mendes, Buainain e Fasiaben (2014), as TIC têm sido responsáveis pelas profundas transformações nos modelos de produção, proporcionando uma gestão da produção e das explorações, mais eficiente, através da disseminação de informações do setor, melhor planeamento, monitorização e acompanhamento das atividades agrícolas.

Para Patel e Sayyed (2014), o impacto da aplicação das TIC na Agricultura pode ser avaliado sob duas perspetivas, nomeadamente, como ferramenta direta para melhorar a produtividade das explorações agrícolas e, como ferramenta indireta, para capacitar os agricultores a tomar decisões informadas que terão impacto positivo na forma como são conduzidas e desenvolvidas as atividades agrícolas.

Para além disso, a digitalização da Agricultura tem contribuído para uma maior atratividade do setor (Irungu, Mbugua & Muia, 2015) que pode ser entendido como uma oportunidade de negócio (Njenga *et al.*, 2012) especialmente, pela população mais jovem que não tem uma ocupação profissional. Assim sendo, esta investigação teve como objetivo solidificar o estado da investigação académica desenvolvida, no âmbito do uso das TIC na Agricultura, desde 2010 até à atualidade.

Este trabalho encontra-se organizado em cinco seções, designadamente, a introdução, onde se apresenta a justificação do tema e se faz referência à sua importância para o desenvolvimento sustentável, eficiente e inovador da Agricultura. Na segunda seção apresenta-se a revisão da literatura na qual se faz o enquadramento teórico do tema. Na terceira seção descreve-se a

metodologia utilizada nesta investigação. Na quarta seção apresentam-se os resultados. Na quinta e última seção retiram-se as principais conclusões desta investigação, são referidas as limitações do estudo e sugeridas linhas de investigação futuras.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

A Agricultura é decisiva para a evolução próspera da civilização humana, satisfazendo as necessidades básicas da vida diária (Chen, Li & Li, 2020). O rápido desenvolvimento das TIC tem permitido capitalizar a riqueza de informações e saberes disponíveis para o aumento do conhecimento agrícola (Fontoura & Deponti, 2018) podendo este ser usado para aumentar a produção, conservar o meio ambiente, entre outras (Sheng & Lu, 2020). Neste contexto, as TIC têm desempenhado um papel fundamental na rapidez da implementação dos objetivos de desenvolvimento global (Birke & Knierim, 2020), facilitando a disseminação de informações, melhorando os mecanismos de *feedback*, estimulando e fortalecendo iniciativas de desenvolvimento social (United Nations, 2015).

Nas últimas décadas têm-se verificado um crescimento exponencial das TIC no setor agrícola. Inovações em captura, transmissão, armazenamento e análise de dados fazem das TIC um recurso cujo potencial merece e deve ser explorado (Gallacher & Justo, 2016). O acesso às TIC está, desta forma, associado a oportunidades de superação dos desafios enfrentados no desenvolvimento da Agricultura, especialmente, o acesso à informação (Birke & Knierim, 2020). Segundo Rivza, Vasilevska e Rivza (2019), as TIC aumentam a eficiência da produção, complementam outros fatores de produção, estimulam a inovação, reduzem significativamente os custos, superam barreiras de informação que impedem o acesso ao mercado dos pequenos agricultores, expandem o conhecimento por meio de novas formas de fornecer serviços de extensão e facultam novos meios de melhorar a gestão das cadeias de abastecimento na Agricultura.

Um estudo desenvolvido por Sheng e Lu (2020) que teve como objetivo analisar o impacto das TIC na escolha dos canais de vendas dos agricultores da Letónia, os autores concluíram que existiam diferenças entre as empresas agrícolas com e sem acesso às TIC, bem como entre os agricultores que adquiriam informações de forma ativa ou passiva. Segundo os autores o uso da TIC aumenta a probabilidade de os agricultores escolherem os canais de venda (intermediários e cooperativas) e reduz a probabilidade de vendas autónomas. Estes mesmos autores acrescentam que o uso das TIC pode, potencialmente, melhorar o rendimento e a produtividade das atividades agrícolas, otimizar os recursos a serem incorporados minimizando o desperdício, aumentar os lucros, melhorar as condições de trabalho dos agricultores, reduzir o impacto ambiental da Agricultura, reduzir os problemas associados ao isolamento de áreas rurais e aumentar as oportunidades de inclusão social. Por outro lado, as tecnologias digitais oferecem oportunidades para o desenvolvimento de novos

tipos de negócios, o que permite aumentar a atratividade das áreas rurais, especialmente, para as gerações mais jovens.

O setor agrícola em Portugal enfrenta, atualmente, uma série de desafios, nomeadamente, o envelhecimento dos agricultores, a redução da população agrícola e o aumento da área de terras agrícolas abandonadas que antes eram cultivadas. Neste sentido, o uso das TIC na Agricultura poderá ser uma forma promissora de enfrentar esses desafios.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para identificar as principais linhas de investigação no âmbito do uso das TIC na Agricultura, desde 2010 até à atualidade, desenvolveu-se uma pesquisa que decorreu em maio de 2020 e incidiu sobre publicações da base de dados *Scopus*. Esta base é considerada, atualmente, o maior banco de dados de resumos e citações da literatura revista por especialistas. Pelo facto de ser multidisciplinar, a base de dados *Scopus*, permite uma visão ampla do que tem sido publicado no mundo nas diversas áreas da Ciência, Tecnologia, Medicina, Ciências Sociais, Artes e Humanidades (Ale Ebrahim, 2016; Mongeon & Paul-Hus, 2016). Razões que levaram à escolha da base *Scopus* para a elaboração da presente investigação.

Nesta pesquisa foram utilizados os termos “*Information*”, “*Communication*”, “*Technologies*”, “*Challenges*” e “*Agriculture*”. No total foram contabilizadas 268 publicações. Posteriormente, foi utilizado um filtro que permitiu incluir as publicações de 2010 até 4 de maio de 2020 (112). A pesquisa foi também limitada a artigos *peer-reviewed* (91). De seguida, desenvolveu-se uma análise bibliométrica utilizando a técnica da co-ocorrência de termos. Neste contexto, a unidade de análise foi o artigo e as variáveis corresponderam aos termos incluídos nos títulos e resumos dos 91 artigos. A extração dos termos foi feita com recurso ao *software VOSviewer versão 1.6.14* e teve como objetivo de construir um mapa que exibisse as relações entre os diversos termos e a sua associação em *clusters* de áreas temáticas. De acordo com van Eck e Waltman (2011), com esta metodologia é analisada a distância entre os diversos termos selecionados, sendo que, quanto mais curta é a distância entre dois termos, mais forte é a relação entre eles. No mapa, as cores representam os vários *clusters* de áreas temáticas, sendo que, os termos com a mesma cor, fazem parte do mesmo *cluster* e, por isso, estão mais fortemente relacionados entre si quando comparados com os termos que têm cor diferente. Na análise foi selecionado o método de contagem binária que consiste em verificar se o termo está presente ou ausente em cada documento analisado.

### 4. RESULTADOS

Os resultados são apresentados em duas subseções. Inicialmente, são apresentados os resultados da análise descritiva, designadamente, a evolução dos artigos publicados entre 2010 e maio de 2020, o

Top-10 das fontes, instituições, países e subáreas com mais publicações sobre TIC na Agricultura, tipo de acesso aos artigos publicados e índice h da literatura sobre TIC usadas na Agricultura (h-12). Posteriormente, é apresentado o mapa de co-ocorrência de termos para publicações sobre o uso das TIC na Agricultura.

#### 4.1. Análise descritiva

Pode observar-se, através da Figura 1, que 2018 foi o ano que registou o maior número de artigos publicados (19). No período de 2010 a 2019, a taxa de crescimento anual média foi de 10,3%. No ano de 2020 registaram-se apenas 8 artigos publicados, uma vez que foi considerado, apenas, o primeiro quadrimestre do ano de 2020.

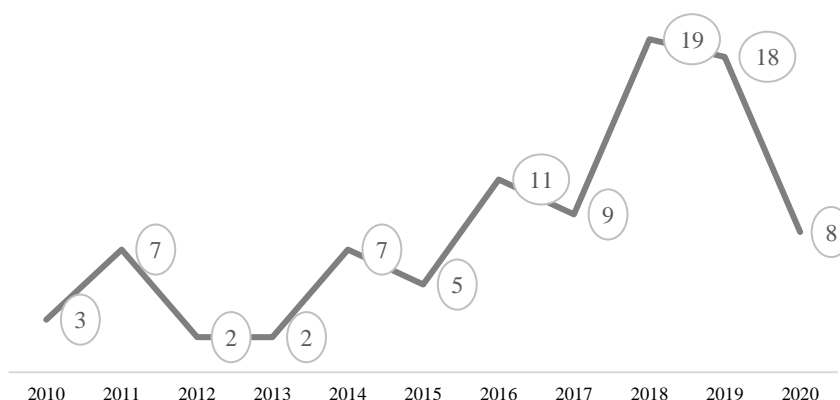


Figura 1 – Evolução do número de artigos publicados

A literatura sobre o uso das TIC na Agricultura tem sido publicada em revistas que focam áreas diversas, nomeadamente, Agricultura e Extensão, Economia, Tecnologias, Computação, Engenharias, Biotecnologia, entre outras. As revistas “Journal of Cleaner Production”, “Journal of Intellectual Property Rights” e “Library Philosophy and Practice” são as fontes que registam mais artigos publicados (3 artigos), como pode ver-se na Figura 2.

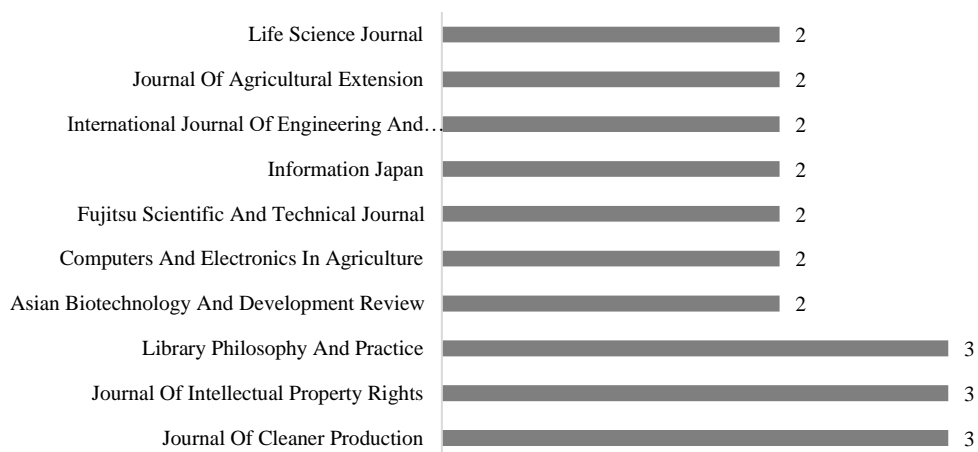


Figura 2 – Top-10 das fontes com maior número de publicações

Como pode ver-se na Figura 3, a “Sokoine University of Agriculture”, localizada em Morogoro, na Tanzânia, uma universidade pública, especializada em Agricultura, é a instituição que ocupa a primeira posição no Top-10 das instituições com o maior número de publicações (4 publicações).

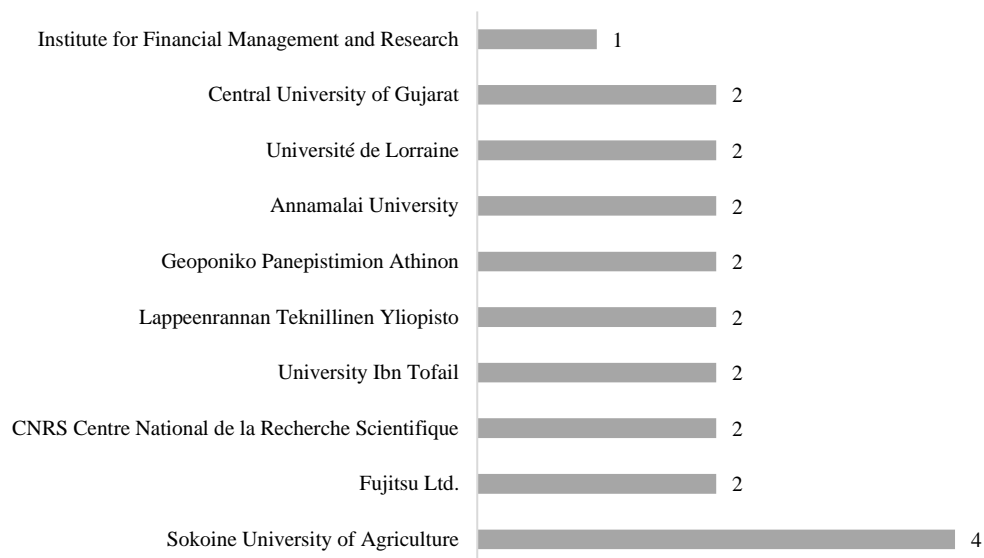


Figura 3 – Top-10 das instituições com maior número de publicações

Na Figura 4, é possível observar que a Índia (15), seguida dos Estados Unidos da América (7), constituem os países com mais artigos publicados na base de dados *Scopus*. No Top-10, seguem-se-lhes o Japão (5), Alemanha (4), China (4), Grécia (4), Tanzânia (4), entre outros (3).

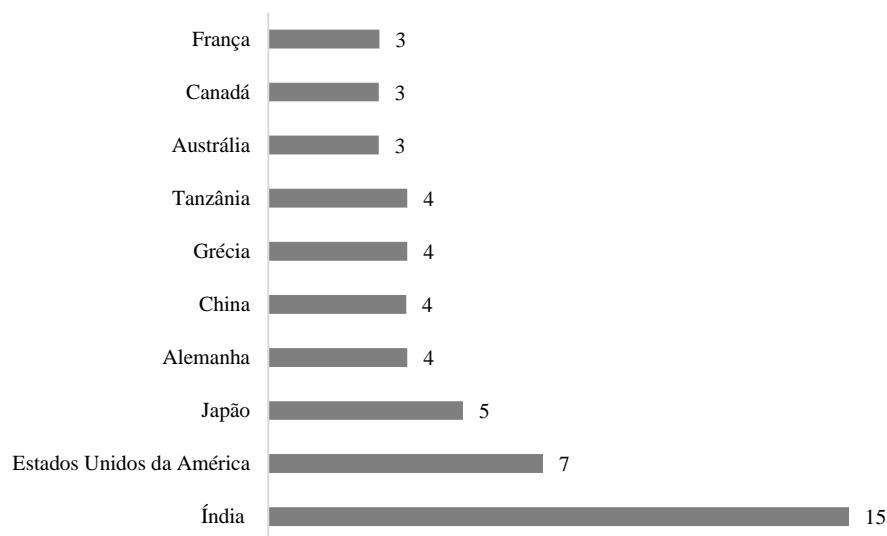


Figura 4 – Top-10 dos países com maior número de publicações

As três subáreas com maior representatividade, em termos absolutos e relativos, são: Ciências da Computação (18,0%), Engenharia (14,5%) e Ciências Agrícolas e Biológicas (13,4%), como pode ver-se na Figura 5.

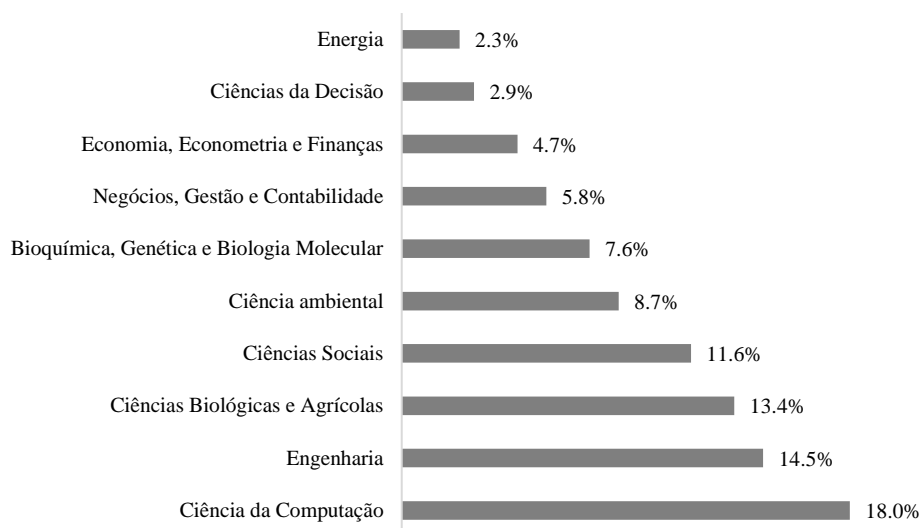


Figura 5 – Top-10 das subáreas com mais publicações sobre o uso das TICs na Agricultura

A Figura 6 mostra que apenas 24,2% dos artigos estavam acessíveis através de acesso aberto. A maioria dos artigos (75,8%) estavam disponíveis com outra forma de acesso.

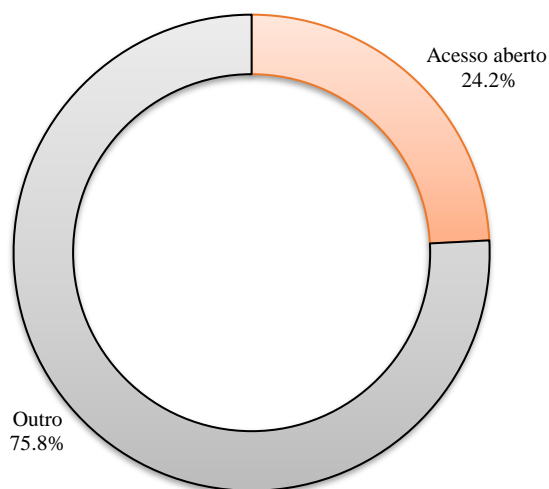


Figura 6 – Tipo de acessos aos artigos publicados

Na Tabela 1 podem observar-se os estudos incluídos no índice-h, ou seja, o número de publicações de um determinado autor com, pelo menos, o mesmo número de citações (Costas & Bordons, 2007), totalizando 12 artigos. O Índice Hirsch, ou índice h, como é comumente designado, quantifica a produção científica de um investigador medindo, juntamente, a produtividade de cada investigador e o seu impacto académico (Hirsch, 2005). Este método de calcular a produtividade científica de um investigador tem sido, genericamente, aceite substituindo outros métodos, designadamente, o número total de publicações, o número total de citações ou as citações por artigo.



Tal como mostra a Tabela 1, tendo em conta a metodologia utilizada nas publicações do índice h, dos 12 artigos, 6 são estudos experimentais e os restantes 6, são estudos conceptuais. Os estudos conceptuais são, sobretudo, estudos de revisão nos quais os autores propõem desenvolver modelos, estruturas e/ou estratégias para desenvolver uma Agricultura mais verde, mais sustentável e eficiente com recurso às TIC.

AUTORES	MÉTODOS	CONTRIBUTOS	#
Pretty, Toulmin e Williams (2011)	Conceptual	Divulga práticas e lições positivas retiradas de 50 projetos desenvolvidos no continente Africano para divulgar, fomentar, ampliar o crescimento económico rural e urbano.	445
Lindblom, Lundström, Ljung e Jonsson (2017)	Experimental	Apresenta o desenvolvimento de sistemas sustentáveis de TIC usando a interação entre humanos e computadores para criar um <i>design</i> centrado no utilizador. Desta forma, é possível utilizar os sistemas de TIC em todo o seu potencial.	59
Vuran, Salam, Wong e Irmak (2018)	Conceptual	Apresenta uma revisão sobre as TIC e outros dispositivos, nomeadamente, internet das coisas subterrâneas que consiste em sensores e dispositivos de comunicação, parcialmente ou completamente enterrados no subsolo para deteção e monitorização, em tempo real, do solo. A adoção destas tecnologias surge precisamente da necessidade de desenvolver uma Agricultura de precisão para aumentar a quantidade de alimentos no sentido de fazer face às necessidades decorrentes do aumento da população mundial.	47
Klimova, Rondeau, Andersson <i>et al.</i> (2016)	Conceptual	Descreve o desenvolvimento de um programa internacional denominado “Computação e comunicações para o desenvolvimento sustentável” por um consórcio internacional, que teve como objetivo combinar TIC avançadas com consciência ambiental, económica e social. Concluem que a implementação de programas educacionais em TIC verdes é importante para garantir maior desenvolvimento das TIC em torno das preocupações de sustentabilidade.	46
Aker, Ghosh e Burrell (2016)	Conceptual	Argumenta que a implementação das TIC na Agricultura só é bem-sucedida se se perceberem melhor as informações e as falhas existentes do mercado num determinado contexto. Por outro lado, os serviços de informações fornecidos, entregues através de plataformas baseadas no acesso e uso local das TIC, devem ser de alta qualidade e de uma fonte confiável. Por fim, é necessário ultrapassar o problema da literacia digital, em especial, a divisão digital entre géneros.	45
Antonopoulou, Karetos, Maliappis e Sideridis (2010)	Experimental	Propõe um sistema de apoio à decisão baseado na Web, capaz de apoiar os agricultores no processo de seleção de culturas alternativas mais apropriadas ao uso dos solos. O sistema fornece informações necessárias e apoia o agricultor em todo o período e processo de cultivo. O sistema, também, fornece serviços através do uso de telemóveis, uma vez que esta tecnologia tem altas taxas de adoção, mesmo por parte dos agricultores. O objetivo é conseguir uma Agricultura equilibrada e sustentável, que responda às novas procuras do mercado.	33
Westermann, Förch, Thornton, <i>et al.</i> (2018)	Experimental	Apresenta e descreve a experiência e os resultados de 11 estudos que exemplificam estratégias de expansão baseadas em (1) cadeias de valor e envolvimento do setor privado, (2) TIC e serviços de consultoria agropecuária e (3) envolvimento das políticas. Trata-se de estratégias eficazes de expansão que	21

		podem contribuir para alcançar a segurança alimentar e nutricional sob a mudança climática nas próximas décadas.	
Bellon-Maurel, Peters Clermidy et al. (2015)	Experimental	Demonstra, através da implementação de uma experiência, numa empresa, que se dedica à produção de uvas para vinho, que os dados de rastreabilidade eletrônica, são uma boa base para gerar ciclos de vida, precisos e com esforço reduzido, na Agricultura, especialmente, quando os dados são recolhidos com recurso a TIC eficientes.	20
Pomar, López e Pomar (2011)	Experimental	Propõe uma estrutura de simulação, capaz de prever o comportamento e o desempenho do sistema como um todo, baseada num <i>software</i> para atender aos desafios de projetar, testar e avaliar o desempenho do novo equipamento de alimentação de precisão automatizado para empresas rurais (troca de informações ou solicitação de serviços recorrendo a outros <i>softwares</i> por meio de uma linguagem de comunicação de alto nível).	20
Nandyala e Kim (2016)	Conceptual	Discute as tecnologias, designadamente, a Computação em nuvem e Internet das Coisas e como estas tecnologias reduzem o consumo de energia na Agricultura, permitindo o desenvolvimento de uma Agricultura e de um Mundo mais sustentável.	19
Ferroni e Zhou (2012)	Conceptual	Discute a importância do papel da extensão no desenvolvimento da Agricultura, nomeadamente, a gestão do conhecimento, convergência de sistemas de extensão, o papel da TIC e Mídias de massa, iniciativas do setor privado, incluindo parcerias público-privadas e sistemas de extensão liderados por agricultores e pelo mercado.	17
Narula e Arora (2010)	Experimental	Explora e compara o funcionamento de dois modelos de TIC, um no setor público e outro no setor privado, numa região rural na Índia. Identifica o uso de vários serviços pelos agricultores, nomeadamente, preços de matérias-primas agrícolas, produtos disponíveis e preços de mercado, informações meteorológicas, serviços do Estado, Saúde e Educação. Analisa as suas necessidades no que diz respeito aos serviços e destaca restrições e desafios na implementação desses modelos.	12

Tabela 1 – Índice-h da literatura sobre o uso de TIC na Agricultura (h-12)

O artigo mais citado (445 citações), intitulado “Sustainable Intensification In African Agriculture” foi desenvolvido por Pretty, Toulmin e Williams (2011) e consiste na descrição e resumo de ações positivas, processos e lições eficazes, que resultaram de projetos, nomeadamente, o surgimento de novas culturas, animais ou peixes que foram adicionados a alimentos ou vegetais já existentes e que importa ampliar e disseminar por muitos outros pequenos agricultores e pastores em todo o continente Africano com diversos objetivos: (1) inclusão da ciência, tecnologias e práticas que combinam animais e plantas com manuseamento agro-ecológico e agronómico; (2) criação de uma nova infraestrutura social que construa confiança entre indivíduos e agências; (3) melhoria do conhecimento e das competências digitais dos agricultores através da frequência de escolas locais equipadas com TIC modernas; (4) compromisso com o setor privado para fornecimento de bens e serviços; (5) foco nas necessidades educacionais, de financiamento e de tecnologia agrícola para as mulheres; (6) garantir a disponibilidade de microfinanciamentos e bancos rurais; e, (7) garantir o apoio do setor público à Agricultura.

No que diz respeito aos estudos experimentais ou estudos de intervenção, definidos como sendo estudos em que o investigador controla todas as condições e que por isso fornecem evidências mais fortes sobre a existência de uma relação de causa e efeito (Last, 2001), o artigo mais citado (59 citações) foi desenvolvido por Lindblom, Lundström, Ljung e Jonsson (2017). Neste estudo, os autores destacam a importância do desenvolvimento de uma agricultura de precisão mais sustentável. Contudo, reconhecem que a maioria dos agricultores, apesar de possuir as tecnologias adequadas para operar no local, não o faz ou não a utiliza em pleno. Reconhecendo esta limitação, os autores propõem o desenvolvimento de sistemas sustentáveis que incluem as TIC e, recorrendo a metodologias baseadas na interação humano-computador, criam um *design* de um sistema agrícola para fertilização com azoto.

#### 4.2. *Análise das áreas temáticas*

Tendo em conta a análise das áreas temáticas e recorrendo ao *software* VOSviewer e à técnica de co-ocorrência de termos, foram identificados 3252 termos, dos quais, apenas, 49 tinham um mínimo de 10 ocorrências (valor mínimo definido pelo *software*). Para cada um destes termos, o *software* calculou uma pontuação de relevância. Com base nessa pontuação, os termos mais relevantes foram selecionados. A escolha padrão foi selecionar 60% dos termos mais relevantes, contabilizando-se, assim, 29 termos. Por fim, foram excluídos os termos insignificantes (Exemplos: *Case*; *Country*, *India*, *Research*, *Study*, *Tanzania*, *Paper*, *Survey* e *Concepts*) totalizando, no final, 20 termos distribuídos por dois *clusters*.

O primeiro *cluster* é constituído por 11 termos, nomeadamente, *farmer*, *health*, *Information and Communication Technologies (ICT)*, *impact*, *innovation*, *knowledge*, *lack*, *need*, *process*, *service* e *use* (cor vermelha da Figura 7). Este *cluster* enfatiza a importância do conhecimento e da aquisição de competências, por parte do Agricultor, para se poder usufruir, em pleno, das vantagens associadas ao uso das TIC na Agricultura. O seu uso permite o desenvolvimento de uma Agricultura mais sustentável, eficiente e inovadora.

O segundo *cluster*, inclui 9 termos, designadamente, *Application*, *Environment*, *Food*, *Internet*, *Internet of Things (IoT)*, *Precision Agriculture*, *Solution*, *Thing* e *Wireless Sensor Network* (cor verde da Figura 7). Este *cluster* é referente à “Internet das coisas” associando o uso da Internet e outras tecnologias à Agricultura. As publicações que fazem parte deste *cluster* destacam, como vantagens do uso da “Internet das coisas” na Agricultura: (1) a minimização do risco na gestão das atividades agrícolas; (2) as economias existentes, em termos de tempo e custos; (3) o aumento da produtividade das parcelas e das explorações agrícolas; e, (4) a redução do impacto ambiental.

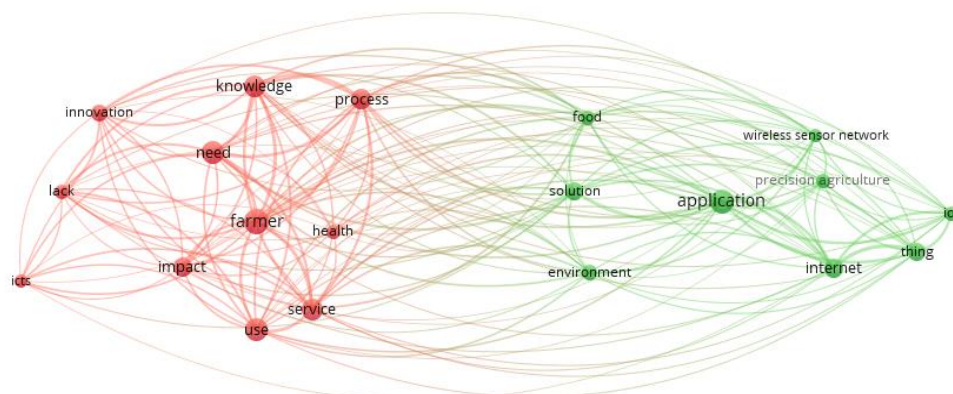


Figura 7 – Mapa de co-ocorrência de termos para as publicações sobre o uso das TIC na Agricultura

## 5. CONCLUSÃO

O uso das TIC na Agricultura é uma temática que tem originado um número crescente de publicações, especialmente, na última década. Este estudo procurou identificar as principais áreas temáticas de investigação no domínio das TIC utilizadas na Agricultura. Neste contexto, utilizou-se a base de dados *Scopus*, para fazer a pesquisa e recorreu-se ao *software Vosviewer, versão 1.6.14*, utilizando-se a técnica bibliométrica de co-ocorrência de termos com o objetivo de agrupar a literatura em *clusters*.

Foram identificados dois *clusters*. O primeiro enfatiza a importância do conhecimento e da aquisição de competências, por parte dos agricultores, para usufruto pleno, das vantagens associadas ao uso das TIC na Agricultura. O uso das TIC permite o desenvolvimento de uma Agricultura mais sustentável, eficiente e inovadora. O segundo *cluster* é referente à “Internet das coisas” associando o uso da Internet e outras tecnologias à Agricultura. Este fator destaca as vantagens do uso da “Internet das coisas” na Agricultura, nomeadamente, minimização do risco na gestão das atividades agrícolas; economia de tempo e de custos; aumento da produtividade das parcelas e das explorações agrícolas; e, a redução do impacto ambiental.

O desenvolvimento de uma Agricultura inovadora, eficiente, inteligente e sustentável, com impacto reduzido no ambiente e na natureza, tem sido uma realidade, embora pouco expressiva, com a introdução das TIC nos sistemas e práticas agrícolas. Um processo desafiador que implica um esforço conjunto de todos os envolvidos, especialmente, agricultores, serviços de extensão rural, empresas agrícolas e decisores políticos.

Uma das limitações desta investigação deve-se ao facto desta se circunscrever à base de dados *Scopus*, havendo outras bases de dados como a *Web of Science*, igualmente, importante em termos de abrangência, no que diz respeito ao número de publicações; áreas científicas contempladas,

editores e documentos diversos; frequência de utilização, nomeadamente, pelas funcionalidades e facilidades que apresentam; e, atualização.

Pelos enormes desafios que proporcionará, no futuro próximo, bem como pelos bons resultados já comprovados, no passado recente, o uso das TIC na Agricultura é uma temática merecedora de grande interesse e empenho por parte de investigadores, unidades de investigação, decisores políticos e de todos os que trabalham e vivem do sector agrícola.

## AGRADECIMENTOS

This work has been supported by FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia within the R&D Units Project Scope: UIDB/00319/2020

## REFERÊNCIAS

- Aker, J., Ghosh, I., & Burrell, J. (2016). The promise (and pitfalls) of ICT for agriculture initiatives, *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 47, 35-48.
- Ale Ebrahim, N. (2016). Procedure to write a Bibliometrics, paper. 10.6084/m9.figshare.3032332.
- Antonopoulou, E., Karetos, S., Maliappis, M., & Sideridis, A. (2010). Web and mobile technologies in a prototype DSS for major field crops, *Computers and Electronics in Agriculture*, 70, 2, 292-301.
- Balamurugan, S., Divyabharathi, N., Jayashruthi, K., Bowiya, M., Shermy, R., & Shanker, G. (2016). Internet of Agriculture: Applying IoT to Improve Food and Farming Technology, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 03, 10, 713-719.
- Bellon-Maurel, V., Peters, G., Clermidy, S., (...), Roux, P., & Short, M. (2015). Streamlining life cycle inventory data generation in agriculture using traceability data and information and communication technologies e part II: Application to viticulture, *Journal of Cleaner Production*, 87, 1, 119-129.
- Birke, F. M., & Knierim, A. (2020) ICT for agriculture extension: actor network theory for understanding the establishment of agricultural knowledge centers in South Wollo, Ethiopia, *Information Technology for Development*, 26:3, 591-606.
- Chen, Y., Li, Y. & Li, C. (2020). Electronic agriculture, blockchain and digital agricultural democratization: Origin, theory and application, *Journal of Cleaner Production*, 268, 122071. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122071>.
- Costas, R., & Bordons, M. (2007). The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level, *Journal of Informetrics*, 1, 3, 193-203.
- FAO, IFPRI, & OCDE (2017). Information and Communication Technology (ICT) in Agriculture: A Report to the G20 Agricultural Deputies. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Ferroni, M., & Zhou, Y. (2012). Achievements and Challenges in Agricultural Extension in India, *Global Journal of Emerging Market Economies*, 4, 3, 319-346.
- Fontoura, F., & Deponti, C. M. (2018). Desenvolvimento rural: a importância das TICS e dos controles econômicos e financeiros na visão dos agricultores familiares do Vale do Caí-RS, *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 7, 1, 85-103.
- Gallacher, M., & Justo, A. (2016). Uso de TICs en el Sector Agropecuario con énfasis en el subsector apícola de Argentina, Uruguay, República Dominicana y Costa Rica. Universidad del CEMA, Instituto de Economía INTA.
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output, *PNAS*, 102, 46, 16569-16572.
- Irungu, K., Mbugua, D., & Muia J. (2015). Information and Communication Technologies (ICTs) Attract Youth into Profitable Agriculture in Kenya, *East African Agricultural and Forestry Journal*, 81, 1, 24-33.

- Klimova, A., Rondeau, E., Andersson, K., Porras, J., Rybin, A., & Zaslavsky, A. (2016). An international Master's program in green ICT as a contribution to sustainable development, *Journal of Cleaner Production*, 135, 223-239.
- Last, J. (2001). A dictionary of epidemiology, 4<sup>th</sup> edn. Oxford University Press, New York.
- Lindblom, J., Lundström, C., Ljung, M., & Jonsson, A. (2017). Promoting sustainable intensification in precision agriculture: review of decision support systems development and strategies, *Precision Agriculture*, 18, 3, 309-331.
- Mendes, C., Buainain, A., & Fasiaben, M. (2014). Heterogeneidade da agricultura brasileira no acesso às tecnologias da informação, *Espacios*, 35, 11, 1-11.
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106, 1, 213-228.
- Nandyala, C., & Kim, H.-K. (2016). Green IoT Agriculture and Healthcare Application (GAHA), *International Journal of Smart Home*, 10, 4, 289-300.
- Narula, S., & Arora, S. (2010). Identifying stakeholders' needs and constraints in adoption of ICT services in rural areas: the case of India, *Social Responsibility Journal*, 6, 2, 222-236.
- Njenga, P., Frida, M., & Opiyo, R. (2012). *Youth and women empowerment through agriculture in a Kenya*. Voluntary Service-Overseas (VSO-Jitolee), Nairobi, Kenya.
- Patel, S., & Sayyed I. (2014). Impact of Information Technology in Agriculture Sector, *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 4, 2, 17-22.
- Pomar, J., López, V., & Pomar, C. (2011). Agent-based simulation framework for virtual prototyping of advanced livestock precision feeding systems, *Computers and Electronics in Agriculture*, 78, 1, 88-97.
- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture, *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9, 1, 5-24.
- Rivza, B. Vasilevska, D., & Rivza, P. (2019). Impact of digital innovation on development of agriculture in Latvia, *Engineering for Rural Development*, 18, 682-687.
- Sheng, J., & Lu, Q. (2020). The influence of information communication technology on farmers' sales channels in environmentally affected areas of China, *Environmental Science and Pollution Research*. In Press.
- United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. Resolution of the United Nations General Assembly. United Nations, New York.
- van Eck, N., & Waltman, L. (2011). Text mining and visualization using VOSviewer, *ISSI Newsletter*, 7, 3, 238-260.
- Vuran, M., Salam, A., Wong, R., & Irmak, S. (2018). Internet of underground things in precision agriculture: Architecture and technology aspects. *Ad Hoc Networks*, 81, 160-173.
- Westermann, O., Förch, W., Thornton, P., (...), Cramer, L., & Campbell, B. (2018). Scaling up agricultural interventions: Case studies of climate-smart agriculture, *Agricultural Systems*, 165, 283-293.